

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-238950

(43)Date of publication of application : 25.09.1989

(51)Int.Cl.

B41J 3/04

(21)Application number : 63-066470

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 18.03.1988

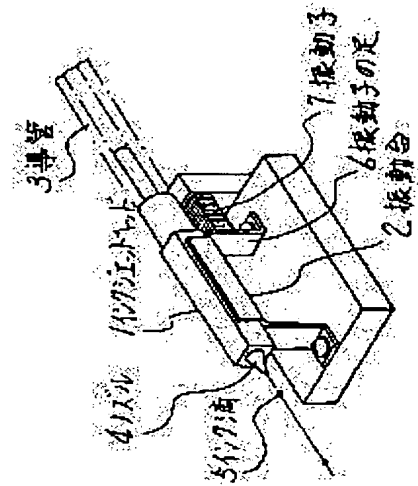
(72)Inventor : SUGA MICHIHISA

(54) INK JET RECORDER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain recording of high quality by modulating volume of an ink drop by installing an exciting means for applying ultrasonic vibration to a head during the period from ink jet from a nozzle to its separation from the nozzle by a pressure pulse.

CONSTITUTION: A head 1 fixed to a vibration stand 2 is connected to a conduit 3 conducting ink from an ink container, and jets the supplied ink in drops from a nozzle 4. A vibration 7 is connected to a leg 6 of the vibration stand 2. For example, a monolithic piezoelectric actuator element is used as the vibrator 3. Kinetic energy and ultrasonic energy are given to the ink jetted from the nozzle by the vibrator 7. The ultrasonic energy generates fine waves on a surface of the jetted ink, disperses the direction in which surface tension acts, further, lower viscosity instantly at jetting operation, and shortens extremely transient time for applying kinetic energy to the jetted ink even for the voltage pulse of a same amplitude, and an ink drop of the thoroughly small volume can be formed by controlling only a pulse time width.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-238950

⑬ Int.Cl.⁴

B 41 J 3/04

識別記号

1 0 3

庁内整理番号

X-7513-2C

A-7513-2C

⑭ 公開 平成1年(1989)9月25日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 インクジェット記録装置

⑯ 特 願 昭63-66470

⑰ 出 願 昭63(1988)3月18日

⑱ 発 明 者 菅 通 久 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

装 置 .

発 明 の 名 称

インクジェット記録装置

特 許 請 求 の 範 囲

1. 圧力パルスの作用でノズルよりインクを噴射するインクジェットヘッドを用い、前記圧力パルスが作用する時間幅を変えて噴射インクの体積を変化させ中間調記録を行うインクジェット記録装置において、前記圧力パルスの作用によってインクが前記ノズルより射出されてから射出インクが前記ノズルより分離するまでの間に前記インクジェットヘッドに超音波振動を加えるための加振手段を備えたことを特徴とするインクジェット記録装置。

2. インクジェットヘッドに超音波振動を加えるための加振手段の代わりに射出インクに向けて超音波を発射する超音波発生手段を備えたことを特徴とする請求項1記載のインクジェット記録

発 明 の 詳 細 な 説 明

(産業上の利用分野)

本発明はインクジェット記録装置に関し、特にインク滴の体積を変調して高画質記録を得ることのできる中間調記録に適したインクジェット記録装置に関する。

(従来の技術)

圧電素子に電圧パルスを印加したときに発生する圧電素子の変形を利用して、インクジェットヘッド(以下、ヘッドと記す)の圧力室のインクにパルス圧力を作用させ、この圧力室に連通したノズルよりインクを射出して印字や画像記録を行う、いわゆるドロップオンダイヤモンド型インクジェット記録技術は、最近実用的なプリンタに盛んに適用されるようになった。

従来、用いられているヘッドの一例の断面図を第5図に示し、図を使用して構造を説明する。ヘッド1は外面と内面とに電極8、9を有する

円筒型の圧電素子を使用した圧電アクチュエータ10を有している。圧電アクチュエータ10の内側は、インクに圧力を作用させるための圧力室11となっており、インクは供給口12より導入されノズル4より射出される。圧力室11と供給口12との間には、インクの供給口側への逆流を阻止するための逆止弁13が設けられ、圧力室11とノズル4との間には、流体抵抗素子14が設けられている。リード線15を通して電極8、9間にパルス電圧を印加すると、圧力室11内のインクはノズル側に射出される。この時、インクの流れは流体抵抗素子14によって制限される。

このインクジェット技術は、圧電素子に印加する電圧パルスの振幅やパルス幅を変えることにより、インク滴の体積をある程度変調できることが広く知られている。たとえば、電子通信学会研究会資料、IE83-59(1983年9月30日)、第31頁～第36頁には、電圧パルスのパルス幅を変えてインク滴体積を変調し、階調画像記録を得るためのインクジェット技術が述べ

られている。

(発明が解決しようとする課題)

上述した従来のインクジェット記録装置は、インクがノズルから噴射する時、インクの表面張力や粘性が、インクがノズルから分離するのを阻害するように作用する。そのため、圧電素子に印加するパルス幅の制御のみによって変化し得るインク滴体積の最小値には限界があった。

インク滴をヘッドのノズルから噴射させるためには、射出したインクに対してノズルから分離するときに消耗するエネルギーよりも、十分大きな運動エネルギーを付与することが必要である。特にインク滴の体積を小さくしていった場合は、より短い時間内に十分な運動エネルギーを付与しなければならなくなる。しかし、圧電差を用いた圧力発生機構によりインクに運動エネルギーを付与するためには、一定の過渡時間を必要とするため電圧パルスの時間幅をこの過渡時間よりも短くしていくと、インク滴速度も急に低下し記録画像が歪む等の問題があった。このため、パルス

時間幅制御だけではインク滴体積を小さくするには限界があった。パルス時間幅制御と共に電圧パルスの振幅制御を行うことによって、インク滴の体積をさらに小さくすることが可能であるが、この場合でもインク滴最小体積には限界がある。さらに、パルス電圧印加手段における電気回路構成が非常に複雑なものとなり、記録装置の信頼性の低下やコストの増大といった問題をもたらした。

以上のような理由から従来のインクジェット技術においては、体積変調だけで記録濃度の全領域、特に記録濃度の低い領域を記録することは困難であった。このため前記参考文献においても述べられているように、低濃度部分を記録するためには、最小体積のインク滴を用い、記録紙の単位表面積あたりに打ち込むインク滴の数を変化させ、見掛け上の濃度を変化させる方法等が取られていた。上記の階調表現方法は、階調数を多く取ろうとした場合、濃度を定めるための単位画素が大きくなり解像度が低下するという欠点を有し

ていた。また、逆に画素サイズを一定のまま階調数を大きくとるためには、それだけインク滴の体積を小さくすることが必要となり、全体として記録紙に打ち込むインク滴の数が増大するため、記録時間が長くなるという問題があった。すなわち、従来技術では、高階調数、高解像性、高速記録を同時に満足することは、困難であるという問題点があった。

本発明の目的は、インク滴の体積変調だけで必要とされる記録濃度範囲を表現し得るように、極めて微細なインク滴体積まで変調が可能な、インクジェット記録装置を提供することにある。
〔課題を解決するための手段〕

請求項1記載の本発明のインクジェット記録装置は、圧力パルスの作用でノズルよりインクを噴射するヘッドを用い、前記圧力パルスが作用する時間幅を変えて噴射インクの体積を変化させ中間調記録を行うインクジェット記録装置において、前記圧力パルスの作用によってインクが前記ノズルより射出されてから、射出インクが前記

ノズルより分離するまでの間に、前記ヘッドに超音波振動を加えるための加振手段を備えて構成されている。

また、請求項2記載の本発明のインクジェット記録装置は、請求項1記載のインクジェット記録装置において、ヘッドに超音波振動を加えるための加振手段の代わりに射出インクに向けて超音波を発射する超音波発生手段を備えて構成されている。

〔作用〕

本発明においては、ノズルより噴射するインクには運動エネルギーと超音波エネルギーが付与される。本発明により新たに付与された超音波エネルギーは、インク滴の噴射や射出のためには全く寄与し得ないが、射出されたインクがノズルより分離するために費やされる。すなわち、射出インクの表面に超音波の細かい波が立つと、表面張力が作用する向きが分散し、インクをノズル内に引き戻す力が大幅に弱められる。また、超音波エネルギーによりインク温度が急上昇し、インク

粘度が大幅に低下するため、インクはノズルから切れやすくなる。さらに、超音波エネルギーによって噴射動作時に瞬時に粘度が低下するため、同じ振幅の電圧パルスに対しても、射出インクに運動エネルギーを付与するための過渡時間が大幅に短縮され、パルス時間幅制御だけで十分小さな体積のインク滴を形成することが可能になる。

〔実施例〕

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第1図は本発明の一実施例のヘッド部の斜視図である。第5図で示された従来例と同構造のヘッド1が、振動台2に固定されている。ヘッド1は図には示されていないインク容器より、インクを導く導管3に接続され、供給されたインクをノズル4より滴5として噴射する。振動台2の足6には、振動子7が結合され、加振手段を構成している。振動子7としては、圧電素子、電歪素子、磁歪素子等が適しているが、本実施例では圧電体層と電極層とを交互に積層して構成され

た、いわゆる積層圧電アクチュエータ素子を振動子7として用いた場合を示している。

第2図は第1図に示した実施例の動作状態において、ヘッド1にパルス電圧を印加するとともに、振動子7に高周波電圧を印加してヘッド1に振動を加えた場合のこれら2種類の電圧の時間軸における相対的な位置関係を示す関係図である。第2図(a)はヘッド1に印加するパルス電圧波形の一例を示しており、時間 t_1 から t_2 までの間でインク射出が行われ、時間 t_2 から t_3 までの間で射出インクのノズルよりの分離および、供給口からのインク補給が行われる。一方、第2図(b)は振動子7に印加する高周波電圧の一例であり、インクがノズルより射出されて分離するまでの間の時間 t_4 からインクがノズルより分離した後の時間 t_5 まで継続して印加される。この結果、ノズルから射出されたインクには、ノズルの先端部で常に振動が加えられ、インクの表面張力や粘度の影響が小さくなって、ノズルからの分離が容易になる効果をもたらす。高周波

電圧の印加は、インクがノズルから分離した直後に終了するのが望ましい。高周波電圧の印加をさらに継続した場合には、インク補給時にノズルより気泡を取り込み、インク噴射不能になる等の問題が生じる。

前記の実施例におけるヘッド1の寸法例を示すと、圧電アクチュエータ10は外形 $1.2\text{ mm}\phi$ 、内径 $0.9\text{ mm}\phi$ 、長さ 18 mm であり、ノズルは内径 $40\text{ }\mu\text{m}$ である。このヘッド1に印加した t_1 から t_2 までの時間幅を持ったパルス電圧の最適値は 28 V であった。振動子の振動周波数は、 $50\sim 500\text{ kHz}$ の範囲を取るのが最適であり、 t_1 から t_2 までの時間幅は $5\sim 200\text{ }\mu\text{s}$ の範囲で変化させた。振動子を動作させなかった時は、正常なインク噴射動作が可能な前記時間幅の最小値は $15\text{ }\mu\text{s}$ であり、 $15\sim 80\text{ }\mu\text{s}$ の間で時間幅を変化させた時、記録ドットサイズは直径 $80\sim 160\text{ }\mu\text{m}\phi$ の範囲で変化した。これに対して振動子を 100 kHz で振動させた時は、時間幅の最小値は $5\text{ }\mu\text{s}$ まで小さくで

き、 $5 \sim 80 \mu s$ の時間幅の変化に対して記録ドットサイズの直径を $40 \sim 160 \mu m$ の範囲で変化させることができた。

第3図はインクのノズルからの分離性をさらに高めるため、ノズル端部のインクにMHz以上の高周波振動を付与するための超音波発生手段の一実施例の斜視図である。振動子として外部電極16および、内部電極17を有する輪型の圧電素子18を使用している。この圧電素子18の内部には、超音波をノズル先端部19もしくは、その近傍に収束させるため、超音波レンズ20がはめこまれている。

第4図は超音波レンズ20の断面図である。超音波レンズ20は金属やセラミックス等の無機材料で作られ、その断面形状は内面21が球面に形成され、その中心にノズル端部19もしくは、その近傍が位置するように配置されている。球面から発射された超音波は、同図に22で示したようにノズル端19の近傍に収束し、射出インク表面に強い振動を付与する。

れており、このいずれの構造のヘッドも本発明によるインクジェット記録装置において使用が可能である。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明はインクの粘性や表面張力が、ノズルから噴射したインクのノズルからの分離を阻止する方向に作用するのを制御することができ、従来よりも遙かに微小なインク滴を噴射することを可能にした。その結果、インク滴体積を広い範囲にわたって変調することが可能になり、32階調程度の階調記録のほぼ全濃度領域をドットサイズ変調のみで表現できるようになった。従来技術では、全濃度領域の1/4の低濃度領域は、ドットサイズ変調では表現できなかった。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例のヘッド部の斜視図、第2図はパルス電圧および高周波電圧の時間軸における相対的な位置関係を示す関係図、第3

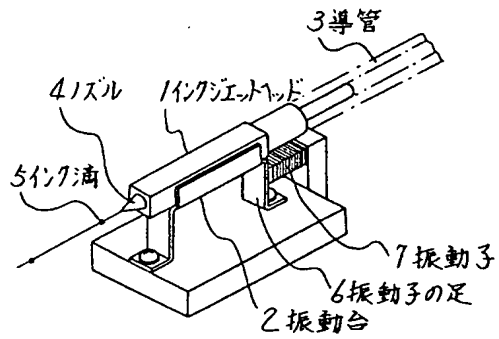
図は代表的な寸法例としては、輪型の圧電素子18は外形 $7 mm$ φ、内径 $5 mm$ φ、長さ $2 mm$ であり、超音波レンズ20の内面の直径は $3 mm$ φである。前記実施例で用いたのと同様なヘッド1を前記実施例と同様の動作条件で使用し、そのノズル端部を超音波レンズの中心部に配置した。ヘッド1にパルス電圧を印加した直後に圧電素子18の外部電極16および、内部電極17の電極間に高周波電圧を印加して、 $5 MHz$ の超音波振動を発生させ $120 \mu s$ の間継続させた。その結果、前記パルス電圧の時間幅を $3 \mu s$ まで短くしても十分速い射出速度を持ったインク噴射が可能であった。さらに、この最小時間幅での記録ドットサイズは、約 $30 \mu m$ φと小さくすることが可能であった。以上の結果から振動周波数を高くすることによってノズルから噴出したインクのノズル端からの分離性が、より高まったことが確認された。

なお、ドロップオンディマンド型インクジェットヘッドとしては、今日各種の構造のものが知ら

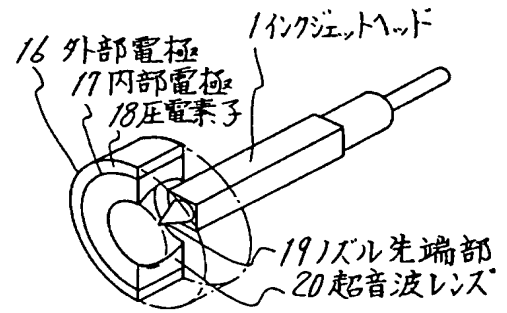
図はインクジェット記録装置の他の実施例の斜視図、第4図は振動手段の一実施例の断面図、第5図は従来のインクジェット記録装置のヘッド部の断面図である。

1……インクジェットヘッド、2……振動台、3……導管、4……ノズル、5……インク滴、6……振動台の足、7……振動子、8……外面電極、9……内面電極、10……圧電アクチュエータ、11……圧力室、12……供給口、13……逆止弁、14……流体抵抗素子、15……リード線、16……外部電極、17……内部電極、18……圧電素子、19……ノズル先端部、20……超音波レンズ、21……内面。

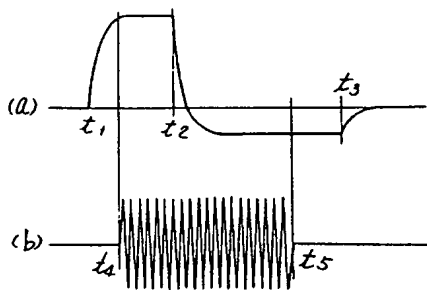
代理人 弁理士 内 原 晋



第1図



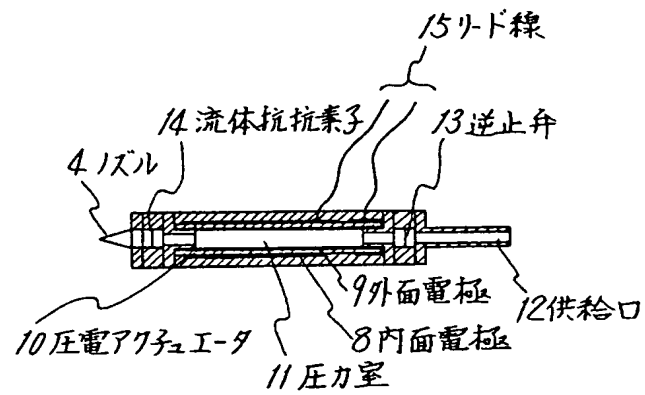
第3図



第2図



第4図



第5図